

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-29080

(43)公開日 平成8年(1996)2月2日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 2 8 D 15/02

L

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平6-182767

(22)出願日 平成6年(1994)7月11日

(71)出願人 000108797

タバイエスベック株式会社

大阪府大阪市北区天神橋3丁目5番6号

(72)発明者 大井 建一

大阪府大阪市北区天神橋3丁目5番6号タ

バイエスベック株式会社内

(74)代理人 弁理士 景山 憲二

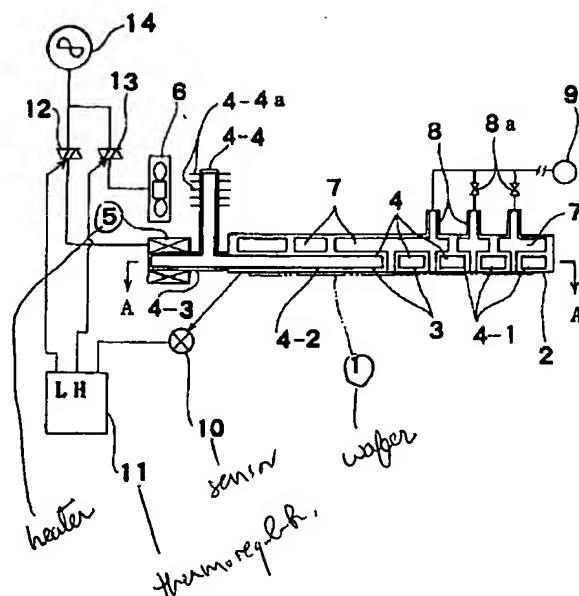
(54)【発明の名称】 接触型熱移動装置

(57)【要約】

【目的】 対象物を均一に加熱でき、大サイズのウェハー等にも対応できるようにする。

【構成】 ウェハー1が接触する加熱/冷却面2と、その裏面3を含み密閉された空間部4と、この中に入れられた作動液及びその飽和蒸気と、作動液を加熱する加熱器5と、飽和蒸気を冷却する冷却ファン6と、加熱/冷却面2に導通するバキュームチャンバ7と、この中の空気を吸引する真空ポンプ9と、を有する。又、制御駆動系を有する。

【効果】 熱移動量が大いので装置を小型化でき、温度応答性が高くなる。ウェハー等の発熱が不均一でも、均一温度に維持できる。装置を小型低コスト化できる。



Best Available Copy

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 熱移動を受ける物体が接触する接触面と、該接触面の裏面を含み密閉された空間部と、該空間部に入れられた熱媒体液及びその飽和気体と、前記熱媒体液を加熱する加熱手段と、前記飽和気体を冷却する冷却手段と、を有することを特徴とする接触型熱移動装置。

【請求項2】 前記接触面に導通する仕切られた第2空間部と、該第2空間部の気体を吸引する吸引手段と、を有することを特徴とする請求項1に記載の接触型熱移動装置。

【請求項3】 前記接触面が上下方向の下側に向いていることを特徴とする請求項1又は2に記載の接触型熱移動装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は接触型熱移動装置に関し、例えばIC等の半導体デバイスの組立前素子の集合体であるウェハのバーンインのための恒温装置として利用される。

## 【0002】

【従来の技術】IC等の半導体デバイスは、出荷前に潜在欠陥を除去する手段として、バーンインによるスクリーニングが実施されている。このバーンイン工程は、半導体生産工程の最終段階であるため、半導体デバイスは完成品形状まで仕上がっている。この段階で発生する不良は大きなコストロスを招くので、出来るだけ早い工程での不良品除去が望まれる。又、半導体デバイスは、完成品形状に組立てられているため、パッケージやリードに占有される面積や体積が大きくなり、多数個のデバイスを収納するバーンイン恒温槽は大型化することになった。

【0003】そこで、このような半導体デバイスに組み立てる前の素子の集合体であるウェハ状態時にバーンインを実施すべく、ウェハバーンインの研究、開発が試みられ、不十分ながら一部で実施されている。

【0004】ウェハバーンインには、例えば、熱伝導率の高い金属で作られた加熱面体内部にシーズヒータを鑄込み、これにより直接加熱する方法が用いられている。この方式によれば、加熱面の温度制御が容易であるため装置を小型化できるものの、加熱面の表面温度分布が不均一になるため、大径のウェハには適しない。又、この装置は冷却手段を持っていないため、試験温度における熱放散による損失量よりもウェハの自己発熱量を大きくできないので、小発熱量のウェハにしか用いることができない。

【0005】これに対して、熱媒としてブラインを強制循環させる方式も用いられている。この方式では、熱伝導率の高い金属で作られた加熱/冷却面体内部に形成したブライン流路に、外部に設けた加熱器と冷却器とを具

2

備する液槽で一定温度に制御したブラインを送液ポンプ等で圧送・循環させる。この方式によれば、表面温度の分布は比較的良好で、大径のウェハにも対応できるが、液槽、ポンプ、循環系配管等が必要になるため、装置が複雑、大型化し、コストも高くなった。又、ブラインを使用するため保守面で不利であった。更に、ウェハの自己発熱はブラインで吸収（冷却）されるため、発熱量としては或る程度まで対応できるが、ウェハ自体に発熱量の分布がある場合には、加熱/冷却体の伝熱能力が一律で発熱量分布に対応できないため、ウェハに発熱量分布に比例した温度分布が発生した。更に、ブラインを使用したり装置の大型化により全体の熱容量が大きくなり、温度の上昇・下降等に対する応答性に欠ける面があった。

【0006】上記の他に、加熱及び冷却手段を備えたウェハバーンインテスト装置としては、例えば、ガスヒータで加熱した窒素ガスでウェハを加熱すると共に、液体窒素ガスを供給してウェハを冷却するようにした装置が提案されている（実開昭59-74730号公報参照）。しかしながら、この装置では、高温又は低温ガスと固体伝熱面との熱交換器になるため熱交換量が小さく、上記の装置と同様に、ウェハに発熱量の分布がある場合に均一な加熱又は冷却ができない。更に装置も複雑になる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は従来技術に於ける上記問題を解決し、大サイズや不均一な熱負荷を発生させる対象物体にも対応でき、熱移動量が大きく、温度応答性に優れ、更に、構造が簡単でコストの低い接触型熱移動装置を提供することを課題とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するために、請求項1の発明は、接触型熱移動装置が、熱移動を受ける物体が接触する接触面と、該接触面の裏面を含み密閉された空間部と、該空間部に入れられた熱媒体液及びその飽和気体と、前記熱媒体液を加熱する加熱手段と、前記飽和気体を冷却する冷却手段と、を有することを特徴とし、請求項2の発明は、上記に加えて、前記接触面に導通する仕切られた第2空間部と、該第2空間部の気体を吸引する吸引手段と、を有することを特徴とし、請求項3の発明は、請求項1又は2の発明の特徴に加えて、前記接触面が上下方向の下側に向いていることを特徴とする。

## 【0009】

【作用】請求項1の発明によれば、空間部に密閉された熱媒体液を加熱する加熱手段を作用させると、例えばウェハ等の熱移動を受ける物体（以下では「ウェハ」の例で作用を説明する）を加熱することができる。即ち、熱媒体液は、その飽和気体と共に密閉されていて飽和液になっているので、加熱手段の作動により熱を受け

3

取ると直ちに飽和気体になって接触面に運ばれ、ウェハに熱を奪われる接触面に触れて凝縮し、接触面に熱を放出すると共に、再び接触面から加熱手段まで流動する。このようなサイクルが繰り返されることによりウェハが加熱される。

【0010】一方、ウェハを冷却するときには、冷却手段を作動させる。これにより、熱媒体液の飽和気体は、冷却手段の作動により熱を奪われると直ちに飽和の熱媒体液になって接触面に運ばれ、ウェハの熱を受け取る接触面に触れて蒸発し、接触面の熱を吸収すると共に、再び冷却される位置に到達し、このようなサイクルが繰り返されることによりウェハが冷却される。

【0011】以上のような加熱手段又は冷却手段による加熱又は冷却及び接触面の加熱又は冷却は、熱媒体の液相-気相間の相変化即ち沸騰蒸発又は凝縮液化により行われる。従って、熱媒体の単位重量当たりの熱量が非常に大きい潜熱の授受により熱交換が行われる。又、沸騰/凝縮現象により熱伝達が行われるので、熱交換中の温度はほぼ一定であり、且つ、熱交換面に熱負荷のアンバランスがあっても、熱負荷に対応した熱媒体量が瞬時に連続して熱交換面に供給されるため、熱交換面に不均一な温度分布が生じないと共に、極めて熱伝達率が良い。その結果、小型の装置であっても大きな加熱及び冷却能力を有することになる。又、ウェハを均一に加熱もしくは冷却できると共に、ウェハの発熱量が局部的に不均一であっても、これを均一な温度に維持することができる。更に、例えば大サイズのウェハで中心部よりも周辺部の熱放散が大きくなるような対象物でも、温度差を生じさせることなく全体的に均一な温度を維持できるので、大サイズの対象物の処理にも適する。

【0012】請求項2の発明によれば、接触面に導通する仕切られた第2空間部と、第2空間部の気体を吸引する吸引手段とを設けるので、吸引手段を作動させることにより、接触面側の空気を吸引することができる。従って、接触面にウェハ等の熱移動を受ける物体が接触していると、両者間に負圧が生じて密着性が良くなる。その結果、両者間の熱移動が一層効果的に行われる。又、接触面を下向きにしても、ウェハ等を上向きに押し付けることなく接触面に吸引して保持できる。

【0013】請求項3の発明によれば、接触面が下側に向いているため、空間部を形成する接触面の裏面は上を向くので、裏面は熱媒体液で濡れた状態になる。その結果、熱媒体液の沸騰が効率良く行われ、ウェハが効率良く冷却される。一方、熱媒体液の飽和気体は、比重が軽いので上下に関係なく接触面に接触する。そして、接触して液化すると加熱手段で加熱される位置まで流動する。従って、加熱作用が低下することはない。

【0014】

【実施例】図1乃至図4は、接触型熱移動装置の一例である接触恒温装置の構成を示す。本装置は、熱移動を受

4

ける物体の一例であるウェハ1が接触する接触面である加熱/冷却面2と、その裏面3を含み密閉された空間部4と、この中に入れられた図示しない熱媒体液及びその飽和気体である作動液及びその飽和蒸気と、作動液を加熱する加熱手段としての例えば電熱式の加熱器5と、飽和蒸気を冷却する冷却手段としての冷却ファン6と、加熱/冷却面2に導通する仕切られた第2空間部であるバキュームチャンバ7と、この中の空気を吸引口8及びバルブ8aを介して吸引する吸引手段としての真空ポンプ9と、を有する。加熱/冷却面2は下側に向いている。又、冷却ファン6、バルブ8a及び真空ポンプ9以外の部分は、本体部分として一体的に形成されている。

【0015】本実施例の装置はウェハのバーンインに使用されるため、更に、制御駆動系として、ウェハ1が接触したときに障害にならないように取り付けられた加熱/冷却面2の温度を検出するセンサ10、この情報が入力され加熱出力L及び冷却出力Hを備えた温度調節器11、これらの出力が入力され加熱器5及び冷却ファン6へ出力する操作端12、13、これらの出力で制御された電力を加熱器及び冷却ファンに供給する電源装置14等が設けられている。

【0016】ウェハ1は、厚さ0.5mm程度のシリコン基板上に数十〜数千個の集積回路素子が形成され2〜8インチ程度の直径の円板状物体であるが、生産効率の面から今後も大径化する傾向にある。ウェハ1上には図示しない回路素子が配設されていて、図示しない電気的接続手段により電源や動作信号が印加されると動作する状態にある。この状態で、本装置により所定温度に保持してバーンインを行う。バーンイン中には、個々の回路素子は動作状態になって自己発熱する。ウェハ全体の発熱量としては、数ワットから大きなものでは千ワットに達するものもある。バーンイン温度は、一般的には125°C〜150°Cであるが、更に高温化の傾向にある。

【0017】加熱/冷却面2は、例えば銅やアルミニウムのような熱伝導率の高い金属でできていて、ウェハ1との密着性を高めるために表面は平滑で鏡面に仕上げられ、更に耐蝕性及び耐磨耗性向上のために適切な表面処理をされて保護されている。空間部4は、図2(図1のA-A線断面図)にも示す如く、多種類のウェハ直径に対応できるように設けられた複層の同心円状部分4-1と、これらの部分を結合する放射状部分4-2とで形成されている。空間部4からは、図2及び図3(図1の上平面図)にも示す如く、放射状部分4-2方向に端が閉鎖した水平管4-3及びこれから分岐して立ち上がった垂直管4-4が突出し、これらが加熱部及び冷却部を形成している。垂直管4-4は、冷却フィン4-4aを有し、伝熱面積が拡大されている。

【0018】加熱/冷却面2には、図4(図1の下平面図)にも示すように、同心円状に配設された個々のバキ

5

ュームチャンバ8から空間部を貫通して開口した多数の小孔2a及びこれを中心として同心円状に形成された細い吸着溝2bが形成され、小孔2aと吸着溝2bとはそれぞれの吸着溝毎に連通している。バキュームチャンバ7の小孔2aの反対側には、その一部分に真空引き用吸引口8が設けられ、これらがバルブ8aを介して真空ポンプ9に接続されている。このような接触恒温装置は、加熱/冷却面2及び垂直管4-4の冷却フィン4-4aの部分を除き、熱放散を防止するために図示しない断熱材で保温されている。

【0019】以上のような構成により、本接触恒温装置は次のように作動される。まず、温度調節器11にバーンインするための目標温度を設定して制御駆動系に電力を供給する。加熱/冷却面2の温度が設定値より低温であれば、温度調節器11は加熱出力Lを出す。これにより、操作端12を通して加熱器5に電力が供給され、加熱器5が発熱する。加熱器5に囲われた水平管4-3内の作動液は、熱の供給を受けると直ちに沸騰を始める。この沸騰により、圧力上昇はほぼ音速で空間部内全域に広がる。同時に沸騰した蒸気は空間部4内に充満するが、空間部内は最初の圧力に対応した飽和温度になっているので、加熱部以外の空間部内壁面では直ちに蒸気が凝縮すると共に、極めて迅速な熱移動が行われ、壁面は放出された潜熱を受けて温度上昇を開始する。凝縮した作動液は水平管4-3内に戻り、再び加熱されて沸騰する。

【0020】加熱/冷却面2の温度が設定した目標温度に近づくと、温度調節器11の制御動作により加熱出力Lが次第に減少し、これにより加熱器5に供給される電力が減少し、接触恒温装置の熱損失量を補うだけの電力になって加熱/冷却面2を定温に維持する。この場合、温度上昇中の作動液の蒸気は、温度の低い部分では温度の高い部分よりも多量に凝縮してより多くの潜熱を放出するため、空間部4や加熱/冷却面2の部分的形状等のばらつきや熱損失のばらつきに関わりなく、各部が均等に温度上昇し、短時間に均一な温度分布が得られる。

【0021】接触恒温装置がこのような状態になると、バーンイン工程に入る。加熱/冷却面2の直下に配設したウェハー1を図示しない押し上げ装置で押し上げるか、又は接触恒温装置自体を下げ、加熱/冷却面2とウェハー1とを接触させる。この状態で真空ポンプ9を作動させて加熱/冷却面2の裏面から真空引きし、大気圧との圧力差によって高い密着度でウェハー1を加熱/冷却面に吸着・保持する。これにより、両者間の熱伝達が一層良好になる。

【0022】次に、図示しない電気的接続手段によりウェハー1に電源や動作信号を与え、素子を動作状態に置く。これにより、ウェハー1は自己発熱を始め、加熱/冷却面2に熱を与えて空間部4内の作動液を沸騰させる。自己発熱量が小さいときには、温度調節器11が加

6

熱器5に供給する電力を自己発熱量相当分だけ減少させることにより、定温即ちバーンイン温度を維持することができる。自己発熱量が大きいたときには、加熱器5への供給電力を零にしてもバーンイン温度を維持できないため、積極的な冷却動作が必要になる。このときには、温度調節器11は冷却出力Hを出し、冷却ファン6を動作させて垂直管4-4及び冷却フィン4-4aに送風し、これらを強制冷却する。

【0023】送風を受けた垂直管4-4の内壁では、作動液の蒸気が潜熱を放出して瞬時に連続的に凝縮する。垂直管4-4内で凝縮して滴下した作動液は、空間部4内に入って加熱時とは逆方向に送られ、空間部の加熱/冷却面2に対応する部分に戻る。そしてウェハー1の熱を吸収してこれを冷却すると共に蒸発し、再び垂直管4-4内に送られて冷却・凝縮される。上記において、冷却ファン6は、温度調節器11の冷却出力Hの大きさに比例して回転数等の送風能力を調節される。このようにして、ウェハー1の自己発熱量を大気へ放出し、これを定温に維持する。以上のような動作は、空間部4から放射状に延設された全ての水平管4-3及び垂直管4-4部分の加熱及び冷却部で同時に均等に行われることが望ましい。

【0024】冷却部は、加熱中には、大気へ熱を発散して自然放熱損失を発生させるが、強制冷却時にウェハーの最大自己発熱量を熱交換できるように冷却ファンの能力を適切に選定し、冷却フィンの表面積をできるだけ小さく設計することにより、無風に近い状態である加熱時の自然放熱損失を最小にすることができる。計算によれば、この熱損失を、加熱熱量の数十分の1にすることができる。又、冷却装置等の定温手段を用いて冷却部を冷却すれば、常温以下の低温の加熱/冷却面を得ることも可能である。

【0025】なお本実施例の如く、同心円状の空間部4-1と同心円状のウェハー吸着溝2bとを交互に配設し、例えばそのピッチをウェハーの大きさ単位に1インチ程度し、真空引き用吸引口8のうち最小ウェハー径に対応するもの以外の吸引口に対してバルブ8aを設ければ、ウェハーの直径より外側に位置に対応するバキュームチャンバのバルブを閉じることにより、直径の異なる多種類のウェハーを効率良く加熱/冷却することができる。なお、作動液の流動を良くするために、必要により空間部内にウィックを設けるようにしてもよい。

【0026】図5は他の実施例の接触恒温装置の本体部分の構造を示す。本実施例の接触恒温装置では、ウェハー等のワークと接触する加熱/冷却面2を上向きに形成し、空間部4内にウィック15を設けている。この装置では、垂直管4-4内で冷却され凝縮した作動液は、空間部4に広がってウィック15の毛細管現象により吸い上げられ、加熱/冷却面2からウェハー等の発熱を吸収して蒸発し、再び垂直管4-4に戻る。このような装置

7

によれば、ワークを加熱／冷却面2上に載置できるので、ワークの操作性が良くなる。

【0027】図6は、同心円状空間部4-1又は放射状空間部4-2におけるウィック15の装着状態の一例を示す。同図(b)に示す如く、空間部の断面が長方形で長い場合には、周囲のウィック部分15aの他に、上下方向ウィック部分15bを中間作動液吸い上げ用として数カ所に設ける。

【0028】

【発明の効果】以上の如く本発明によれば、請求項1の発明においては、空間部内に封入された飽和状態にある熱媒体液及びその飽和気体の状態変化で熱移動が行われるため、熱媒体の単位重量当たりの熱移動量が極めて大きくなるので、接触型熱移動装置を小型化することができる。その結果、熱移動系の熱容量が小さくなる。そして、熱容量が小さいことと、熱移動が音速に近い速度で起こることから、装置の温度応答性が極めて高くなる。

【0029】又、熱媒体の液相-気相間の状態変化中には温度が不変で且つ安定性が高く、しかも、部分的な放熱／吸熱により熱負荷が不均一になっても、凝縮量や蒸発量が変化してこれに対応するので、熱移動を受ける物体の温度を均一に維持することができる。そして、空間部内の沸騰／凝縮は、加熱／冷却面の大小にかかわらず、授受する熱量の大小に対して比例的に様々に起こるため、大径ウェハー等のサイズの大きい物体においても、安定した温度と均一な温度分布を得ることができる。

【0030】更に、加熱／冷却の熱移動が沸騰／凝縮という自然現象により行われるため、大きな潜熱を利用できることと、特別な熱移送手段を必要としないことから、装置を小型簡素化し、安価で故障がなく保守の容易なものにすることができる。

【0031】請求項2の発明においては、接触面に導通する仕切られた第2空間部と、ここから気体を吸引する吸引手段とを設けるので、熱移動を受ける物体を接触面に設置すると、両者間に負圧吸引力を発生させることができる。その結果、両者間の密着性を向上させ、その間の熱移動性を一層向上させることができる。

【0032】請求項3の発明によれば、接触面が下側に向く構成にすることで、空間部における接触面の裏面側が上を向くため、この面が熱媒体液で濡れた状態になり、接触面が接触した物体から熱移動を受けるときに、熱媒体液の沸騰に好都合な条件にすることができる。即ち、物体の冷却効果を大きくすることができる。

【0033】又、接触面で物体を高温に加熱もしくは維持するときには、接触面及び物体並びにこれに近接した空気は周囲より温度の高い熱気になっているが、接触面がこの熱気の上に位置するため、接触面によって自然対流が阻害され、熱気がそのまま滞留し、空気断熱の効果を発揮して保温することになるので、熱損失を低減

8

し、より均一な温度分布を実現することができる。この場合、熱気の流出防止のため、接触面から少し離れた周囲に風防を設ければ、熱効率を一層向上させることができる。

【0034】更に、冷却手段を接触面より上方に配置できるため下方に十分なスペースが残されるので、例えばウェハーのように印加するための電源や動作信号を発生する大型な電子機器類を必要とする物体を処理する場合には、それらの配置を容易化することができる。又、上記の如く風防程度を設けることによって周囲への熱気の発散を防止できるため、熱的影響を受けることなくウェハーとその作動装置とを近接配置できるので、電気的接続長さを短縮することができる。その結果、ウェハーと作動装置の信号発生器との間を高速で動作信号を伝達するのに極めて好都合になる。なお、このような両者の近接配置により、低温域で使用するときには、電子機器類が発する熱が風防を加熱し、風防の結露を防止する効果も得られる。

【0035】そして更に、本発明の接触型熱移動装置をウェハーに用いる場合には、ウェハーの裏面がグラウンド極に作られていて、一方、接触面を構成する部分も通常電気良導体であるため、これを電気的接続手段のグラウンド極として利用できる。この場合、本発明の装置では熱移動のための外部機器やこれと接続する配管等を必要としないので、装置を完全独立型にすることができ、十分な電気絶縁を行えば、グラウンド極として利用してもウェハーや他の機器に影響を与えない。又、請求項2の発明のように接触部とウェハーとの密着性を高めれば、その間の電気接続抵抗が低減され、本装置のグラウンド極としての利用性が更に良くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】接触型熱移動装置の一例である接触恒温装置の全体構成を示す説明図で、その中の本体部分は図2及び図3のB-B'線断面を表す。

【図2】図1のA-A'線断面図で、対称な本体部分の片側を示す。

【図3】図1の本体部分の上面図で、吸引口のある片側を示す。

【図4】図1の加熱／冷却面部分の下面図で、対称な形状の片側を示す。

【図5】他の実施例の接触恒温装置の本体部分の構造を示す説明図である。

【図6】(a)及び(b)は、上記装置のウィックの装着状態の一例を示す断面図である。

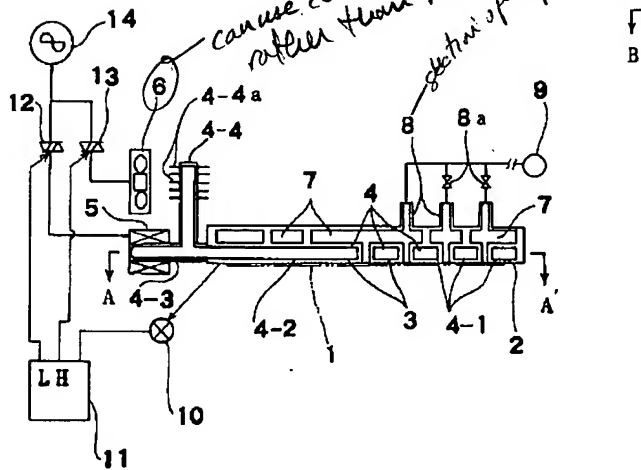
【符号の説明】

- |   |                 |
|---|-----------------|
| 1 | ウェハー（熱移動を受ける物体） |
| 2 | 加熱／冷却面（接触面）     |
| 3 | 裏面              |
| 4 | 空間部             |
| 5 | 加熱器（加熱手段）       |

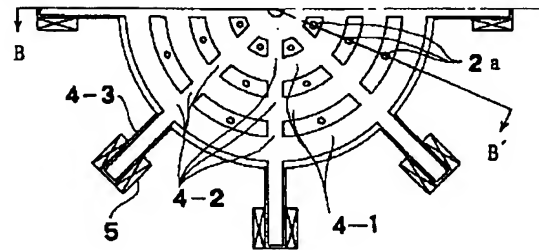
- 9  
6 冷却ファン (冷却手段)  
7 バキュームチャンバ (第2空間部)

- 10  
真空ポンプ (吸引手段)

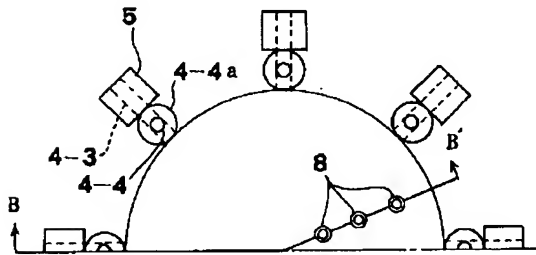
【図1】



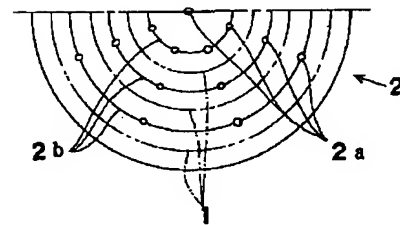
【図2】



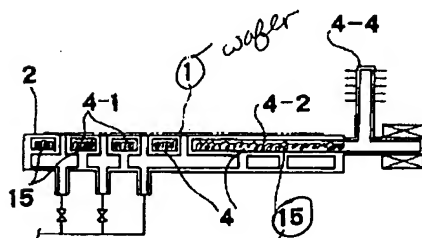
【図3】



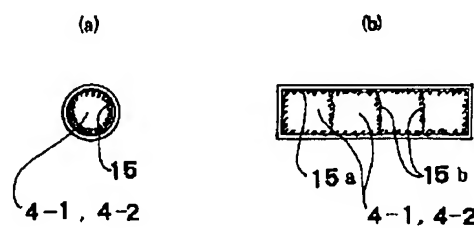
【図4】



【図5】



【図6】



wick?  
need wick for  
top mount.

PAT-NO: JP408029080A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08029080 A  
TITLE: CONTACT TYPE HEAT TRANSFER DEVICE  
PUBN-DATE: February 2, 1996

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
OI, KENICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
TABAI ESPEC CORP N/A

APPL-NO: JP06182767  
APPL-DATE: July 11, 1994

INT-CL (IPC): F28D015/02

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a heat transfer device which is capable of uniformly heating an object and adaptable to a large size wafer.

CONSTITUTION: A contact type heat transfer device includes closed spaces 4 each having a heating/cooling surface 2 with which a wafer 1 comes in contact and a back face 3, a heater 5 to heat working fluid filled in the closed spaces 4 and its saturated vapor, a fan 6 to cool the saturated vapor, a vacuum chamber 7 communicating with the heating/cooling surfaces 2, a vacuum pump 9 to suck air inside the closed spaces 4 and a controller driving system as well. Thereby, the device can be downsized and the high response property to temperature is enhanced as the heat transfer amount is large. Even when the wafer 1 generates heat unevenly, the temperature can be uniformly kept. The device can be miniaturized and the cost can be reduced.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention is used as a thermostat for the burn-in of the wafer which is the aggregate of the component before assembly of semiconductor devices, such as IC, concerning contact mold thermal transfer equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] Screening by the burn-in is carried out as a means by which semiconductor devices, such as IC, remove a potential defect before shipment. Since this burn-in process is the culmination of a semi-conductor production process, the semiconductor device has been finished to the finished-product configuration. Since the defect generated in this phase causes a big cost loss, defective removal at the earliest possible process is desired. Moreover, since the semiconductor device is assembled by the finished-product configuration, the area and the volume which are occupied by a package and lead become large, and the burn-in thermostat which contains many devices will be enlarged.

[0003] Then, that a burn-in should be carried out in the wafer condition which is the aggregate of the component before assembling to such a semiconductor device, research of a wafer burn-in and development are tried, and though inadequate, it carries out partly.

[0004] A sheath heater is cast inside the heating surface object made from the metal with high thermal conductivity, and the approach of this heating directly is used for the wafer burn-in. Since the temperature control of a heating surface is easy, although equipment can be miniaturized, since skin temperature distribution of a heating surface becomes an ununiformity according to this method, it is not suitable for the wafer of a major diameter. Moreover, since this equipment does not have a cooling means and self-calorific value of a wafer cannot be made larger than the amount of loss by the heat leakage in a test temperature, it can use only for the wafer of small calorific value.

[0005] On the other hand, the method to which forced circulation of the brine is carried out as a heat carrier is also used. By this method, the brine controlled by the cistern possessing the heater formed in the brine passage formed in the interior of heating / cooling surface object made from the metal with the high heat conductivity outside and a condensator to constant temperature is fed and circulated with a liquid-sending pump etc. since according to this method distribution of skin temperature is comparatively good and it can respond also to the wafer of a major diameter, but a cistern, a pump, circulatory system piping, etc. are needed -- equipment -- complexity -- it enlarged and cost also became high. Moreover, in order to use brine, it was disadvantageous in respect of maintenance. Furthermore, since self-generation of heat of a wafer was absorbed by brine (cooling), as calorific value, it could respond to a certain extent, but when the wafer itself had distribution of calorific value, the thermal performance of heating/cooling object was uniform, and since it was not able to respond to calorific value distribution, the temperature distribution proportional to calorific value distribution occurred to the wafer. Furthermore, brine was used, or the whole heat capacity became large by enlargement of equipment, and there was a field which lacks in the responsibility over a rise, descent, etc. of



temperature.

[0006] While heating a wafer with the nitrogen gas heated by the gas heater, for example as wafer burn-in test equipment equipped with heating and the cooling means other than the above, the equipment which supplies liquid nitrogen gas and cooled the wafer is proposed (refer to JP,59-74730,U). However, with this equipment, since it becomes the heat exchanger of an elevated temperature, or the low temperature gas and the solid-state heating surface, the amount of heat exchange is small, and like above equipment, when a wafer has distribution of calorific value, uniform heating or uniform cooling cannot be performed. Furthermore, equipment also becomes complicated.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention solves the above-mentioned problem in the conventional technique, and can respond also to the object object made to generate large size and an uneven thermal load, the amount of heat transfer is large and it excels in temperature responsibility, and further, structure is easy and makes it a technical problem to offer the low contact mold thermal transfer equipment of cost.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order that this invention may solve the above-mentioned technical problem, invention of claim 1 The space section sealed including the contact surface where the body with which contact mold thermal transfer equipment receives heat transfer contacts, and the rear face of this contact surface, It is characterized by having the heat carrier liquid into which it was put by this space section and its saturation gas, a heating means to heat said heat carrier liquid, and a cooling means to cool said saturation gas. Invention of claim 2 the above -- in addition, the thing for which it has the divided 2nd space section through which it flows in said contact surface, and a suction means to attract the gas of this 2nd space section -- the description -- carrying out -- invention of claim 3 -- claim 1 or the description of invention of two -- in addition, said contact surface is characterized by having turned to the vertical direction bottom.

[0009]

[Function] If a heating means to heat the heat carrier liquid sealed by the space section is operated according to invention of claim 1, the body (the example of a "wafer" explains an operation below) which receives heat transfer, such as a wafer, for example can be heated. That is, while touching the contact surface from which it becomes a saturation gas shortly after receiving heat by actuation of a heating means, since heat carrier liquid is sealed in the saturation gas and it has become a saturated liquid, and it is carried to the contact surface, and heat is taken by the wafer, condensing and emitting heat to the contact surface, it flows to the heating means from the contact surface again. A wafer is heated by repeating such a cycle.

[0010] On the other hand, a cooling means is operated when cooling a wafer. By this, the saturation gas of heat carrier liquid becomes the heat carrier liquid of saturation, shortly after heat is taken by actuation of a cooling means, it is carried to the contact surface, and it arrives at the location again cooled while touching the contact surface which receives the heat of a wafer, evaporating and absorbing the heat of the contact surface, and a wafer is cooled by repeating such a cycle.

[0011] Heating or cooling of heating by the above heating means or the cooling means or cooling, and the contact surface is performed by the phase change, i.e., the ebullition evaporation, or condensate-izing between the liquid phase-gaseous phases of a heat carrier. Therefore, heat exchange is performed by transfer of the latent heat with the very large heating value per unit weight of a heat carrier. Moreover, since heat transfer is performed by ebullition/condensation phenomenon, a heat transfer rate is very good [ temperature / the temperature under heat exchange is almost fixed, and ] while uneven temperature distribution do not arise in a heat exchange side since the amount of heat carriers corresponding to a thermal load continues in an instant and is supplied to a heat exchange side even if the imbalance of a thermal load is in a heat exchange side. Consequently, even if it is small equipment, it will have big heating and refrigeration capacity. Moreover, while being able to heat or cool a wafer to homogeneity, even if the calorific value of a wafer is locally uneven, this is maintainable to uniform temperature. Furthermore, since temperature uniform on the whole can be maintained also with an

object to which the heat leakage of a periphery becomes large rather than a core, for example with the wafer of large size, without producing a temperature gradient, it is suitable also for processing of the object of large size.

[0012] Since the divided 2nd space section through which it flows in the contact surface, and a suction means to attract the gas of the 2nd space section are established according to invention of claim 2, the air by the side of the contact surface can be attracted by operating a suction means. Therefore, if the body which receives heat transfer, such as a wafer, in the contact surface touches, among both, negative pressure will arise and adhesion will become good. Consequently, heat transfer between both is performed much more effectively. Moreover, the contact surface can be attracted and held to the contact surface, without pushing a wafer etc. upward as for facing down.

[0013] Since according to invention of claim 3 the contact surface has turned to the bottom and the rear face of the contact surface which forms the space section turns to a top, a rear face will be got wet with heat carrier liquid. Consequently, ebullition of heat carrier liquid is performed efficiently and a wafer is cooled efficiently. On the other hand, since the saturation gas of heat carrier liquid has light specific gravity, the contact surface is contacted not up and down related. And if it contacts and liquefies, it will flow to the location heated with a heating means. Therefore, a heating operation does not fall.

[0014]

[Example] Drawing 1 thru/or drawing 4 show the configuration of the contact thermostat which is an example of contact mold thermal transfer equipment. Heating / cooling surface 2 which is the contact surface where the wafer 1 which is an example of the body with which this equipment receives heat transfer contacts, The space section 4 sealed including that rear face 3, and the working fluid which is the heat carrier liquid into which it was put into this, and which is not illustrated, and its saturation gas and its saturated steam, The cooling fan 6 as a heating means, for example, the electric heat-type heater 5 and a cooling means to cool saturated steam, to heat a working fluid, It has the vacuum chamber 7 which is the divided 2nd space section through which it flows in heating / cooling surface 2, and the vacuum pump 9 as a suction means which attracts the air in this through the suction opening 8 and bulb 8a. It has turned [ cooling surface / heating / / 2 ] to the bottom. Moreover, parts other than a cooling fan 6, bulb 8a, and vacuum pump 9 are formed in one as a body part.

[0015] Since the equipment of this example is used for the burn-in of a wafer, further as a control drive system When a wafer 1 contacts The temperature of heating / cooling surface 2 attached so that it might not become a failure. The sensor 10 to detect and this information are inputted. The heating output L And the power unit 14 grade which supplies the thermoregulator 11 equipped with the cooling output H, the final control elements 12 and 13 which these outputs are inputted and are outputted to a heater 5 and a cooling fan 6, and the power controlled by these outputs to a heater and a cooling fan is prepared.

[0016] Although the integrated circuit device of dozens - 1000 numbers is formed on a silicon substrate with a thickness of about 0.5mm and a wafer 1 is the disc-like body of the diameter which is about 2-8 inches, it is in the inclination which it continues to major-diameter-size from the field of productive efficiency. The circuit element which is not illustrated is arranged on the wafer 1, and it is in the condition of operating if a power source and an actuating signal are impressed by the electrical connecting means which is not illustrated. In this condition, it holds to predetermined temperature with this equipment, and a burn-in is performed. All over a burn-in, each circuit element will be in operating state, and carries out self-generation of heat. As calorific value of the whole wafer, there are some which amount to 1000W by the big thing from several W. Although burn-in temperature is generally 125-degreeC-150-degreeC, it is in the inclination of elevated-temperature-izing further.

[0017] In order heating / cooling surface 2 is made of copper or a metal with high thermal conductivity like aluminum and to raise adhesion with a wafer 1, it is smooth, and is finished by the mirror plane and the still more suitable surface treatment for corrosion resistance and the improvement in abrasion resistance is protected by carrying out a front face. The space section 4 is formed in the concentric circular part 4-1 of the double layer prepared so that it could respond to the wafer diameter of varieties, and the radial part 4-2 which combines these parts, as shown also in drawing 2 (A-A line sectional view of drawing 1 R> 1). From the space section 4, as shown also in drawing 2 and drawing 3 (the Kamitaira

side Fig. of drawing 1 R> 1), the vertical pipe 4-4 which branched to the radial partial 4-2-way the horizontal pipe 4-3 which the edge closed, and after this, and started to it forms a projection, and these form a heating unit and the cooling section. A vertical pipe 4-4 has cooling-fin 4-4a, and the heating area is expanded.

[0018] Thin adsorption slot 2b formed in concentric circular from each vacuum chamber 8 arranged by concentric circular focusing on much stoma 2a and this which penetrated and carried out opening of the space section as shown also in drawing 4 (the Shimohira side Fig. of drawing 1 ) is formed in heating / cooling surface 2, and stoma 2a and adsorption slot 2b are open for free passage for every adsorption slot. The suction opening 8 for vacuum suction is formed in the opposite side of stoma 2a of the vacuum chamber 7 at the part, and these are connected to the vacuum pump 9 through bulb 8a. Such a contact thermostat is kept warm with the heat insulator which is not illustrated in order to prevent heat leakage except for the part of cooling-fin 4-4a of heating / cooling surface 2, and a vertical pipe 4-4.

[0019] By the above configurations, this contact thermostat operates as follows. First, the target temperature for carrying out a burn-in to a temperature controller 11 is set up, and power is supplied to a control drive system. From the set point, if the temperature of heating / cooling surface 2 is low temperature, as for a thermoregulator 11, it will take out the heating output L. Thereby, power is supplied to a heater 5 through a final control element 12, and a heater 5 generates heat. The working fluid in the horizontal pipe 4-3 enclosed by the heater 5 begins ebullition, shortly after receiving supply of heat. By this ebullition, a pressure buildup spreads throughout space circles at acoustic velocity mostly. By space section internal surfaces other than a heating unit, although filled with the steam which boiled in coincidence in the space section 4, since space circles have saturation temperature corresponding to the first pressure, while a steam condenses immediately, very quick heat transfer is performed and a wall surface starts a temperature rise in response to the emitted latent heat. The condensed working fluid returns in a horizontal pipe 4-3, is heated again, and is boiled.

[0020] If the target temperature which the temperature of heating / cooling surface 2 set up is approached, the heating output L will decrease gradually by the control action of a thermoregulator 11, the power supplied to a heater 5 by this will decrease, it will become only the power with which the amount of heat loss of a contact thermostat is compensated, and heating / cooling surface 2 will be maintained to constant temperature. In this case, in order that the steam of the working fluid under temperature rise may be condensed in a part with low temperature so much more than a part with high temperature and may emit more latent heat, are concerned, there is nothing to dispersion, such as the space section 4 and a partial configuration of heating / cooling surface 2, or dispersion of heat loss, each part carries out a temperature rise equally, and uniform temperature distribution are acquired for a short time.

[0021] If a contact thermostat will be in such a condition, it will go into a burn-in process. The wafer 1 arranged directly under heating / cooling surface 2 is illustrated, twisted and pushed up, and it pushes up with equipment, or the contact thermostat itself is lowered, and heating / cooling surface 2, and a wafer 1 are contacted. A vacuum pump 9 is operated in this condition, from the rear face of heating / cooling surface 2, vacuum suction is carried out, and a wafer 1 is adsorbed and held with a high degree of adhesion by differential pressure with atmospheric pressure in heating/cooling surface. Thereby, heat transfer between both becomes much more good.

[0022] Next, a power source and an actuating signal are given to a wafer 1 by the electrical connecting means which is not illustrated, and a component is put on operating state. Thereby, a wafer 1 begins self-generation of heat, gives heat to heating / cooling surface 2, and boils the working fluid in the space section 4. When self-calorific value is small, and only an equivalent for self-calorific value decreases the power which a thermoregulator 11 supplies to a heater 5, constant temperature, i.e., burn-in temperature, can be maintained. When self-calorific value is large, since burn-in temperature is unmaintainable as for zero, positive cooling actuation is needed in the supply voltage to a heater 5. At this time, a thermoregulator 11 takes out the cooling output H, operates a cooling fan 6, ventilates a vertical pipe 4-4 and cooling-fin 4-4a, and carries out forced cooling of these.

[0023] In the wall of the vertical pipe 4-4 which received ventilation, the steam of a working fluid emits

the latent heat and condenses continuously in an instant. The working fluid condensed and dropped within the vertical pipe 4-4 enters in the space section 4, with the time of heating, is sent to hard flow and returns to the part corresponding to heating / cooling surface 2 of the space section. And it evaporates, while absorbing the heat of a wafer 1 and cooling this, and it is again sent in a vertical pipe 4-4, and is cooled and condensed. A cooling fan 6 has ventilation capacity, such as a rotational frequency, adjusted in proportion to the magnitude of the cooling output H of a thermoregulator 11 in the above. Thus, the self-calorific value of a wafer 1 is emitted to atmospheric air, and this is maintained to constant temperature. As for the above actuation, it is desirable to be equally carried out to coincidence in heating and the cooling section of four to all horizontal pipe [ that were installed in the radial from the space section 4 ] 4-3 and vertical pipe 4 part.

[0024] Although the cooling section emits heat to atmospheric air and generates a natural heat loss during heating, it can make min the natural heat loss at the time of heating which is in a near condition calmly by selecting the capacity of a cooling fan appropriately so that the heat exchange of the maximum self-calorific value of a wafer can be carried out at the time of forced cooling, and designing the surface area of a cooling fin as small as possible. According to count, this heat loss can be set to 1/dozens of a heating heating value. Moreover, if the cooling section is cooled using constant temperature means, such as a cooling system, it is also possible to acquire heating/cooling surface of the low temperature below ordinary temperature. }

[0025] In addition, like this example, the concentric circular space section 4-1 and concentric circular wafer adsorption slot 2b are arranged by turns. For example, if about 1 inch of the pitch is carried out in magnitude of a wafer and bulb 8a is prepared to suction openings other than the thing corresponding to the diameter of the minimum wafer among the suction openings 8 for vacuum suction By closing the bulb of the vacuum chamber corresponding to a location outside the diameter of a wafer, the wafer of varieties with which diameters differ can be heated / cooled efficiently. In addition, in order to improve a flow of a working fluid, you may make it prepare a wick in space circles as occasion demands.

[0026] Drawing 5 shows the structure of the body part of the contact thermostat of other examples. In the contact thermostat of this example, heating / cooling surface 2 in contact with work pieces, such as a wafer, were formed upward, and the wick 15 is formed in the space section 4. With this equipment, the working fluid which it was cooled within the vertical pipe 4-4, and was condensed spreads in the space section 4, is sucked up by the capillarity of a wick 15, from heating / cooling surface 2, absorbs generation of heat of a wafer etc., evaporates, and returns to a vertical pipe 4-4 again. According to such equipment, since a work piece can be laid on heating / cooling surface 2, the operability of a work piece becomes good.

[0027] Drawing 6 shows an example of the wearing condition of the wick 15 in the concentric circular space section 4-1 or the radial space section 4-2. As shown in this drawing (b), when the cross section of the space section is long in a rectangle, it prepares in several places by carrying out vertical direction wick partial 15b other than surrounding wick partial 15a to middle working-fluid sucking.

[0028]

[Effect of the Invention] Since heat transfer is performed like the above by the change of state of the heat carrier liquid which is in the saturation state enclosed with space circles in invention of claim 1 according to this invention, and its saturation gas and the amount of heat transfer per unit weight of a heat carrier becomes very large, contact mold thermal transfer equipment can be miniaturized. Consequently, the heat capacity of a heat transfer system becomes small. And since heat capacity's being small and heat transfer happen at the rate near acoustic velocity, the temperature responsibility of equipment becomes very high.

[0029] Moreover, since the amount of condensation and evaporation correspond for changing even if temperature is eternal during the change of state between the liquid phase-gaseous phases of a heat carrier, and it is extremely stable and a thermal load moreover becomes an ununiformity by partial heat dissipation/endoergic one, the temperature of the body which receives heat transfer is maintainable to homogeneity. And ebullition/condensation of space circles do not have involvement in the size of heating/cooling surface, and since it happens uniformly-like proportionally to the size of the heating

value delivered and received, the stable temperature and uniform temperature distribution can be acquired also in a body with the large size of a major-diameter wafer etc.

[0030] Furthermore, since heat transfer of heating/cooling is performed by the natural phenomenon of ebullition/condensation, and the big latent heat's being used and a special heat migration means are not needed, small simplification of the equipment is carried out, and it is cheap, there is no failure and it can be made the easy thing of maintenance.

[0031] In invention of claim 2, since the divided 2nd space section through which it flows in the contact surface, and a suction means to attract a gas from here are established, if the body which receives heat transfer is installed in the contact surface, a negative pressure suction force can be generated among both. Consequently, the adhesion between both can be raised and heat transfer nature in the meantime can be raised further.

[0032] Since the contact surface makes it the configuration suitable for the bottom according to invention of claim 3 and the rear-face side of the contact surface in the space section turns to a top, this field will be got wet with heat carrier liquid, and when receiving heat transfer from the body with which the contact surface contacted, it can be made conditions convenient to ebullition of heat carrier liquid. That is, the objective cooling effect can be enlarged.

[0033] Moreover, since the contact surface is located above this heat, and a free convection will be checked by the contact surface, heat will pile up as it is, the effectiveness of air heat insulation will be demonstrated and it will be kept warm although the air which approached the contact surface and a body list at this is heat with temperature higher than a perimeter when heating or maintaining a body to an elevated temperature in the contact surface, heat loss can be reduced and more uniform temperature distribution can be realized. In this case, if a windshield is prepared in the perimeter which separated a few from the contact surface for outflow prevention of heat, thermal efficiency can be raised further.

[0034] Furthermore, those arrangement can be easy-ized when processing the body which needs the large-sized electronic equipment which generate the power source and actuating signal for impressing, for example like a wafer, since a cooling means can be arranged more nearly up than the contact surface and sufficient tooth space is left behind caudad. Moreover, since emission of the heat to a perimeter can be prevented by preparing windshield extent like the above and the contiguity arrangement of a wafer and its starting device can be carried out, without being thermal influenced, electrical installation die length can be shortened. Consequently, it becomes very convenient about between a wafer and the signal generators of a starting device transmitting an actuating signal at high speed. In addition, when using it by such contiguity arrangement of both in a low-temperature region, the heat which electronic equipment emits heats a windshield and the effectiveness of preventing dew condensation of a windshield is also acquired.

[0035] And further, when using the contact mold thermal transfer equipment of this invention for a wafer, the rear face of a wafer is made by the grand pole, and since the part which constitutes the contact surface is also usually an electric good conductor, on the other hand, this can be used as a grand pole of an electrical connecting means. In this case, since piping connected with the external instrument for heat transfer or this with the equipment of this invention is not needed, if equipment can be made into a perfect standalone version and sufficient electric insulation is performed, even if it uses as a grand pole, neither a wafer nor other devices will be affected. Moreover, if the adhesion of the contact section and a wafer is raised like invention of claim 2, electrical connection resistance in the meantime will be reduced, and the availability as a grand pole of this equipment will become still better.

---

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**